

过去有很大提高,但还需要及时修改材料技术条件,在材料技术条件中规定必须采用最新的试验方法并定出合格级别,才能真正发挥作用。

十、材料供应厂的批准与质量监控问题

所有材料问题和一部分特种工艺问题都与材料供应厂有关。供应厂商批准与质量监控问题是无法回避的。卖方市场性质的表现,极易为审查者察觉。CAA 专家曾经咄咄逼人地问:“在英国,航空工程师叫材料厂怎么改,材料厂就得怎么改。你们国家如何?”我们国内的经济体制等与国外不同,当然不可能做到和国外完全一样,但在主观和客观上确实存在一些问题,主要有:(1)技术条件中有体现卖方市场的内容,修订又无法安排,1973 年甚至 1965 年的标准都还在用;(2)技术条件中需方希望写入质量控制条款,常遇困难;即使是有关供应厂认可的工作,困难和阻力也很大;(3)进一步提高技术要求,供应厂因确不具备客观条件而达不到,技术改造问题不易解决;(4)航空工业近年来订货量少,供应厂认为费力很大赚钱不多,经济上的动力不足等。近几年来经过领导部门和材料专业人员的努力,在此问题上也有些小的进展,表现在:(1)国外的各大航空公司和适航机构来华开展“三来加工”、供应厂批准、适航审查等活动时,材料供应厂均持欢迎和积极配合的态度,从而积累了不少经验;(2)有关供应厂商批准和质量监控方面的国外情况,得到了广泛宣传;(3)国家军用标准方面,在近来起草的几份材料标准中,均纳入了有关质量控制的条款;(4)在航空工业标准中,已制订了这方面的标准文件(如 HB/Z157 等几份),可供今后试用。总之,这项工作在国内仍处于萌芽阶段。

~ ~ ~ ~ ~

(上接第 35 页)

三、结 论

1. 采用上述方法分析了 20 多个试样并与化学分析结果进行了比较,两种方法分析的结果相近,二者平均误差为 $Al \pm 2.9\%$, $Ti \pm 4.5\%$, $W \pm 3.0\%$, $B \pm 3.9\%$ 。采用同样方法将一个试样累计分析了 10 次,误差为: $Al \pm 1.7\%$, $Ti \pm 2.7\%$, $W \pm 2.4\%$, $B \pm 2.0\%$ 。

2. 将只用控样的控样法分析 K-13 中 Al、Ti、W 与用 GH135、GH131 标样制作校正曲线再以控样作平行线分析比较,二者平均误差为 $Al \pm 1.2\%$, $Ti \pm 1.06\%$, $W \pm 0.4\%$ 。它可不需摄取借用标样,简化了分析手续,从而提高了分析速度。

由此可见,采用本文所述分析方法分析 K-13 中 Al、Ti、W、B 时所产生的误差均符合有关规定,已用于生产分析,并取得了较好效果。

(参考文献略)

段,与国外相比差距尚远,要在国内彻底解决这个问题,需要几代人坚持不懈地努力。

十一、结语

在民用飞机适航性条例中谈到材料和特种工艺的篇幅是很少的,我们曾为澄清适航性对材料的要求而煞费苦心。通过 Y12 机材料经受 CAA 的审查,得到了一次实战演习的机会。在此期间,积累了一些经验,也得到了些教训,其实经验和教训本来就是孪生的,它们都是改进今后工作的基石。通过实践发现,适航审查并不是一门新的学科,也找不到太多新的名词术语。材料适航审查的实质就是保证材料的质量,从而保证飞机零件的质量,以便最终确保民机的安全。另一方面,材料适航审查又确有其自己的一套搞法,有着很丰富的内容,有不少值得注意的规律性。通过 CAA 审查,也暴露了我国航空材料及特种工艺方面的很多薄弱环节以至必须改正的一些严重问题。本文已从九个方面简要地讨论了这些方法、内容、规律和问题。希望这篇文章能对今后各种类型民用飞机材料顺利通过国内外适航审查起到参考作用。工厂需要专业研究所的支持。研究所人员应深入基层,了解实际,解决具体问题。在我国的具体情况下,应该广泛提倡传统的“三结合”方针来抓好这项工作,包括民航适航当局及各部领导机关—飞机制造厂—材料供应厂的结合,航空航天部领导机关—飞机制造厂—材料研究所的结合等大方面的三结合和设计—材料—工艺等小方面的三结合。如果工作做好了,国产材料通过适航审查是有希望的。

(122 厂及 621 所均有多人参加此项工作,这里一并鸣谢)

~ ~ ~ ~ ~

精确控制纤维传导率的两种方法

国外大量的研究发现,精确控制纤维的传导率是制造结构型雷达吸波材料的关键因素之一。改变纤维横截面形状,采用新的纤维表面处理技术都能精确地控制纤维的传导率。

美国用旋转纺丝头制成有棱角的方形或三角形横截面碳纤维。这种非圆形横截面碳纤维有精确的传导率,它与其他树脂复丝或单丝混杂编织成的复合材料,能有效地吸收雷达波。并使韧性和强度有所提高。美国空军隐身轰炸机 B-2 和隐身战斗机 ATF 所用的结构吸波材料都使用这种非圆横截面碳纤维。

美国隐身材料用的碳纤维表面都掺和一层吸波物质(SiC 粉,碳粒,热塑性树脂粉或具有吸波性能的其他吸收剂)。B-2 用的碳纤维表面沉积一层有微小孔穴的碳粒。ATF 用的碳纤维表面掺和一层热塑性树脂粉或三聚氰氨树脂粉。美国氰胺公司在碳纤维表面镀一层金属镍,不仅使纤维具有良好的导电性,还具有吸波性。采用 7% 含镍量的碳纤维的聚酯复合材料有相当好的吸波性能。

(莫美芳)

航空航天工业用的几种新铝合金

NASA Ames 研究中心用 6061 和 7075 铝合金研制成功了宇宙服 AX-5, 宇航员着这种宇宙服可以离开空间站到空间行走执行维修及其他任务。AX-5 只有 15 个主要零件, 安全可靠。各零件接头处装有转动轴承, 各部分活动自如。6061 合金主要用于四肢部分, 腰部的强度要求较高, 采用 7075 合金。为防止空间中的原子氧及空间站的有害燃料如肼的侵蚀, 在其表面可以涂一层薄金或纯铝。在空间, 宇宙服的向阳面温度高达 204℃, 而背阳面却低到 -157℃, 因此, 这种涂层还可克服由于温差而产生的热应力。软式宇宙服一般使用 30~50h 就要大修, 这种硬铝宇宙服可以工作几年, 并可防辐射和陨石。

Allied Signal 公司发展的快速凝固铝合金 8009 的成分为 Al-8.5Fe-1.7Si-1.3V。在 316℃ 拉伸强度为 276MPa, 其抗腐蚀性能优于 2000 系合金。可获得薄板、厚板、锻件和挤压件等多种型材, 用于重量、可靠性和性能都要求很严的航空航天零件。该合金的显微组织是均匀分布在铝基体中的细的球形硅化物弥散体, 硅化物成分为 $Al_{13}(Fe, V)_3Si$, 它们在高温极为稳定, 球形形貌有利于获得良好韧性。

由 Martin Marietta 公司发展的, 并由 Reynolds 公司批准生产的 Weldalite 049 的成分是 Al-4.75Cu-1.3Li-0.4Ag-0.4Mg-0.14Zr。铜和锂的存在能沉淀强化相 Al_2CuLi 。银和镁共同细化沉淀物, 使它们极细。Weldalite 049 的拉伸强度超过 689MPa。其低温强度高干任何铝合金, 用于航天飞行器, 可显著降低重量。飞机用铝合金的焊接性能并不十分重要, 因为一般采用铆钉连接铝合金零件。但在空间采用铆钉不能防漏, 航天飞机的液氧油箱必须焊接。Weldalite 049 有极好的焊接性, 优于 2041, 有很好的加工性, 可以挤压、锻造和轧制。Reynolds 已经制造了 40 个 4536kg 的锭块, 其板材已经商业化。

Inco 公司的 Inco Map 合金 905XL, 其成分为 Al-4.0Mg-1.3Li-1.1C-0.4O, 是一个机械合金化合金, 其工艺包括对金属粉末的高能轧制, 这种工艺能产生热稳定的超细晶粒组织, 具有很高的抗热腐蚀开裂性能, 特别是在短横向。该合金极限拉伸强度为 517MPa (纵向) 和 483MPa (横向), 已可获得 136kg 或 545kg 的坯料。该合金设计代替 7075 合金锻件, 密度低于 7075 约 8%, 弹性模量高 15%, 已用于 F-18 飞机的座舱盖等部件。

Westinghouse 研究中心正在发展高超导 (Hyperconducting) 铝丝。高超导材料在低温有相当高的导电性。例如, 在氮的熔点温度 -210℃, 高纯度铝显示次超导性。与超导体 (Superconductor) 一样, 这种高超导体的电阻并不完全消失。高纯铝强度很低, 在实际应用中很软, 这就限制了铝高超导体的实用性。解决的办法是在纯铝上包覆一层较高强度的合金。但包覆合金的合金化元素有向纯铝扩散的趋势, 因此, 包覆合金必须是用不扩散元素弥散

强化的合金, 例如铁和铈。Westinghouse 研究中心制造了全包覆的铝丝, 将在航空航天零件中应用。

(全宏声)

陶瓷复合材料的进展

据美国《高技术产业》杂志报道, 在世界上采用的新材料中, 陶瓷基复合材料取得了令人难忘的进展。这些复合材料, 特别是和晶须或各种陶瓷化合物或金属纤维相结合的复合材料为使用结构陶瓷提供了一种可能的选择。

高性能陶瓷的应用主要集中在航空航天工业和军事工业中, 但是, 随着人们对这些陶瓷基复合材料信任度的增加, 用高性能陶瓷取代金属和传统陶瓷将成为在价格和性能之间进行选择的折衷方案。这已由碳化硅晶须初化的氧化铝刀片的应用证实。

在陶瓷纤维和晶须制造及复合材料制造中正在出现新技术。这些先进技术使陶瓷晶须、纤维和陶瓷基复合材料的质量得到了改进。一旦脆性断裂的问题得到解决, 陶瓷复合材料将成为一种工程材料而进入一些关键性的应用领域。

用晶须和其他纤维加强的陶瓷复合材料进行初化的氧化铝所制造的耐磨损零件已构成了 1988 年磨损零部件市场的最大份额, 达到 39%。到 1993 年, 磨损零部件部门将占整个市场的更大份额, 即 41.7%。销售额将达到 8.4 亿美元以上, 大大超过 1988 年的 3000 万美元。

在宇航工业中, 用于航天飞机和其它宇宙飞船的高性能耐热瓦片是一个稳定的市场, 1988 年销售额为 2700 万美元, 在下一个五年内, 预计比其它部门的增长率要低。年增长率约为 5.5%。1993 年, 在航空航天部门的销售额可望达到 5100 万美元, 切削刀具刀片仍然是高性能陶瓷复合材料的主要市场。1988 年刀片的市场销售额约为 1800 万美元。预计年增长率为 29%。到 1993 年将达到 6600 万美元。

此外, 还有发动机使用的陶瓷复合材料。当前的销售市场, 主要目的在于用做试验, 只有 200 万美元。但是, 在下一个五年内, 这一市场预计年增长率会以 50% 的速度发展。1993 年将达到 1600 万美元。到 2000 年, 陶瓷复合材料市场可能增加到 10000 万美元。

(刘先曙 供稿)

日、美在人造金刚石薄膜领域的竞争

大约 40 年前世界的科学界才理解用化学气相沉积法生产人造金刚石薄膜工艺的潜力。最早进行此项工艺研究的是美国 Case Western Reserve 大学和苏联莫斯科物理化学研究所。根据国际资源发展公司最近报告, 日本已于 1986 年将人造金刚石薄膜投放市场, 而美国于 1988 年开始商品生产。日本研究工作的总量超过美国。研究的重点是确定形成薄膜的气体成分和气体种类, 激活气体的手段有微波、电子回旋共振微波、热丝、高电流密度直流合成等。人造金刚石薄膜的生长速率达到 $150\mu\text{m}/\text{h}$ 。涂覆面积数厘米, 传崎光行公司达到 100cm^2 。日本无机材料研究

所的最新装置,可产生 30mm 宽×150mm 长的稳定等离子和 1.5kW 的微波。在含甲烷的氢气中沉积人造金刚石薄膜,在硅板上的沉积面积可达 80cm²。美国制造的设备,也达到相当规模,如剑桥应用技术公司制造的微波等离子系统,可以处理直径 100mm 以下的部件,束合金公司设计制造的离子束增强沉积系统,可以处理直径 200mm×高度 175mm 的部件。

人造金刚石薄膜普遍被用于增加工具的寿命,朝木公司生产涂复人造金刚石薄膜的钻头、模具和轴承。索尼公司将金刚石薄膜用于扬声器的钛膜片上和半导体预制件上。金刚石薄膜芯片在速度和抗环境性方面优于镓-砷化物芯片。涂复金刚石薄膜的镜头和雷达罩对红外线和微波是透明的。

人造金刚石薄膜在军事上的潜在用途是使软光学材料增韧,如夜视系统,激光器窗,以及军用设备表面硬化,如全天候喷气战斗机、坦克和地面运输车。

(金信摘)

钛合金具有广阔的应用范围

宇航工业为钛合金的发展提供了最初的动力。在美国,1955 年生产的钛合金都是用于宇航工业,其中 60% 以上用于喷气发动机的压缩机。1973 年生产的钛合金产品多数仍用于航空航天工业,但已有 20% 用于化工及一般机械工业。钛合金的优点在于与高温钢相比具有较高的强度和密度,而在现代喷气发动机的压缩机温度下甚至还优于镍基高温合金。用 Ti6-4 取代钢与设计的改变相结合使钛的大量应用有了可能,结果是,到 1960 年一台喷气发动机由于采用钛合金不仅可使推力增加 42%,而且燃料消耗可降低 13%,重量减少 18%。

目前钛的应用已增长到约占当代发动机净重的 30%,而工作温度也从最初的 250℃ 提高到 600℃ (见附表)。最典型的是用于压缩机盘和叶片等。

飞机机体的组合件,包括机翼和机身外壳都承受弯曲载荷,而钛合金,除在低压载荷强度下外,与其他材料相比,具有较高的抗压缩性能,因此,现代飞机的用钛量比例越来越大。早期的 F4 的用钛量为 9%,F14 为 25%,而 F15 达 34%,波音 747 则使用了大约 14 吨轧制钛。

由于钛和钛合金具有较好的抗腐蚀性能,因此它在化工和一般机械工业部门的应用也越来越广泛,包括用于核电站和火力发电厂的冷却器管道和炼油厂的热交换器等。

附表 钛合金的工作温度

合 金	年	大约的工作温度 (℃)
Ti 6-4	1950	350
IMI 550	1956	400
Ti 8.1.1	1958	420
Ti 6-2-4-2	1966	475
IMI 685	1967	550
IMI 829	1977	600

(旗)

用卷材切削法制造金属纤维

金属纤维在复合材料、滤器、减振器、擦洗器、研磨器方面的需用量日益增加,以往采用的拉丝法难以满足需要,近年来国外改用卷材切削法生产各种金属纤维,效果较好。这是一种工业化制造金属纤维的新方法。

这种切削法所用机床的结构与车床大体相同,将金属薄带卷装在套轴上,由卷材端面用宽刀进行切削。例如,卷材由 500 层厚度 50μm 的薄带卷成,切削宽度 25mm,以每转 10μm 的进刀量可以同时切削出 500 条长方形截面的纤维,大致相当于直径 35μm,生产率为 8~10kg/h,这些纤维缠结成束,卷取方便。此外,还可以将两种或多种不同的金属(或非金属)组配成卷材,切削出均匀混合的纤维束,以满足特殊的用途。目前已加工出铜、黄铜、铝、钢、不锈钢、电解铁等纤维,以及钢-铜、铜-铝、不锈钢-钢等混合纤维。每束 500~5000 条纤维。纤维厚度可达数微米,一般为 20~30μm。纤维宽度取决于进刀量,最小进刀量每转 5~7μm,也可以小到 3~4μm,但刀具刃部磨损增大。在切削刀座上增加弹性振动装置,即可切削出需要长度的短纤维,例如长度为 1~30mm,直径为 20~500μm 的纤维。

(郝应其)

北京航空航天大学第三届综合学术年会在晋结束

北京航空航天大学于 1990 年 9 月 3 日~7 日在晋召开第三届综合学术年会。参加会议的有来自航空航天部、总参、空军、院校、工厂等有关单位 43 个,共 142 名代表。由学会副理事长梁思礼同志(航空航天部科技委副主任)和赵承庆同志(北京理工大学教授)主持会议。会上共交流论文 93 篇,其中书面交流论文 32 篇。4 篇作了大会报告。

在开幕式上,刘成功副秘书长宣读了四届三次理事会关于成立电子专业委员会《微波与天线学组》的决议,陈光秘书长汇报了学术论文征集情况及会议安排。

开幕式后,由北京航空材料研究所副所长王峙南作了关于“宇航材料的现状与发展”、北京理工大学金振玉主任作了“电子兼容与航空电子学的发展”、空军指挥学院劳允超教授作了“系统工程与经济发展战略”、北京航空航天大学陈光教授作了关于“90 年代航空发动机的新发展”等 4 篇综合性学术报告。学术年会分电子与控制、材料与工艺、动力、结构强度、系统工程和气动与飞行力学 6 个学术组进行交流讨论。

在学术交流中,代表们普遍反映:这次年会的学术论文质量和水平较高,讨论的问题比较深入,基本反映了本学科国内先进水平。其中较高水平的学术论文已被有关刊物约稿。

会上所反映的各学科领域发展的新动向、新水平引起了与会代表的极大兴趣。

(孙常青)

新型密封剂

乔治亚工学院和美国空军正在评定两种航空用导电的密封剂,它具有耐金属腐蚀、抗电磁脉冲或电磁干扰和防火之能力。现行军用规范要求飞机密封剂的电阻应不小于2.5兆欧。可是,目前唯被认可生产的低电阻材料(铬酸盐转换涂层)会使湿气被阻塞在金属表面之间,从而产生腐蚀现象。新的涂银铝和铝/镍填料分别加在“粉末塑料的尿烷基体上制成零件并进行了现场实验。结果表明,这两种材料经1000h盐雾喷射后,均无腐蚀,而且有抗电磁脉冲和电磁干扰的能力。

(傅孙靖)

新型阻燃材料

在一些空难事件中,出事的飞机本已成功紧急降落,但由于机舱内起火,结果乘客被烧死或被浓烟呛死。航空工业界早已重视这个问题,并陆续淘汰了一些易燃的或燃后易冒浓烟的飞机制造材料。

最近,英国塑胶专家里斯·沃德研制出一种称作“超高技术”的新型飞机材料。这种新材料的主要成分,是一种加有抗燃烧剂的聚合物。试验表明,用它制成飞机机舱内部结构铺贴材料,即使在1200℃的高温下,也能经受数分钟的“煎熬”而不被烧坏。同时,它几乎不吸收火焰的热量,一旦离开火源温度立即降低,甚至用手摸都可以。

(徐忠杰摘编)

第四届国际疲劳和疲劳门坎值会议概况

第四届国际疲劳和疲劳门坎值会议于今年7月15日至7月20日在美国檀香山(HONOLULU)召开。前三届会议先后于1981年在瑞典斯德哥尔摩(STOCKHOLM)、1984年在英国伯明翰(BIRMINGHAM)、1987年在美国夏洛茨维尔(CHARLOTTESVILLE)召开。

本届会议的东道主是日本。出席大会的正式代表共362人,来自世界各地共30个国家,论文总数达375篇。出席这次会议人数最多的是日本(126人),其次是美国(77人),然后是西德、英国、南朝鲜、中国、加拿大、法国、意大利和瑞典。

我国正式代表为15名,几乎遍及全国各大城市。另外,台湾的中央大学也有一名正式代表。我国在大会和分组会上安排报告的论文共有60篇,约占报告总数的16%。在这次规模较大的国际学术会议上,我国无论是出席的人数,还是文章的数量和质量,较之以往都是空前的。

本届会议的论文,专业覆盖面比较宽。有微观机制、非金属夹杂和缺陷的研究、材料各种力学性能、高温材料和机制的研究、损伤的评估、可靠性分析、寿命的估算、新材料如复合材料、陶瓷、高分子和生物材料的疲劳特性研究、环境介质下各种力学性能的研究、结构件试验和粘

接件的疲劳问题研究、新力学性能测试方法的建立和宇航应用分析、数据库技术和软件的研究等。我们国家的研究论文侧重于循环变形的研究、变幅加载下的强度和变幅加载下的裂纹扩展的研究、焊接件和紧固件的疲劳问题研究等。但对新材料的力学性能如陶瓷材料、复合材料、铝-锂合金的疲劳断裂的研究论文几乎是空白,环境和介质下的力学性能以及可靠性分析研究的文章也很少,这可能与我国当前的研究现状有关。日本对可靠性技术非常重视,美国在新材料的研究方面比较领先。

综述性的大会邀请报告,有美国加州大学的R.O.Ritchie所作的“先进材料的疲劳”、日本科学与工程学会的北川英夫(本届大会主席)作的“金属材料的疲劳强度数据库和它的统计分析”、瑞典航空研究院的A.F.Blom作了关于“飞机结构的疲劳和损伤容限验证”的报告、美国康涅狄格大学的A.J.Mcevily作的“在单级和多级超载后疲劳裂纹增长延滞机理”、我国北京航空航天大学的高镇同教授作了“使用寿命评估的可靠性基础设计”的报告、日本大学的H.Kitagawa(大会主席)作了“寿命预测中的疲劳问题”、英国爱尔兰的特林涅狄学院的D.Taylor作的“生物材料的疲劳”、加拿大渥太华大学的A.Plumtree作了“疲劳损伤评估和寿命预测”、南朝鲜先进科学和技术研究所的Jiho Song作了关于“疲劳分析程序和疲劳寿命预测的发展”共九篇发言,都很精彩。

下届国际疲劳会议的东道主为加拿大,预计将在1993年召开。

(侯静泳)

RJZ-245 低温疲劳试验装置试验成功

现代飞机要求材料的使用强度水平不断提高,尤其是低温下的材料强度和韧性研究显得更加重要,而国内在材料低温疲劳断裂方面的研究处于起步阶段。西安航空发动机公司研制成功的低温疲劳试验装置,提供了可做各种材料的疲劳断裂的低温环境,为飞机起落架、航空发动机零部件等在-50℃~-150℃下的疲劳断裂试验提供了手段。该装置稳定性好,冷却区间温差较小,使用方便,液氮的消耗量很小。它可稳定在某一温度上进行实验,也可进行应力和应变控制的试验,以及裂纹扩展速率、 J_R 阻力曲线的测试。

低温疲劳试验装置与引进的MAYES-ESH50E型疲劳试验机配套,是根据单级制冷装置的原则性系统自行设计研制的。该装置的致冷剂(LN₂)不与试样直接接触,而是通过辐射传导,较为真实地模拟寒冷的大气环境;试样位于长250mm,直径100mm的空腔式蒸发器中央,试样的温度分布均匀;采用真空粉末绝热,大大提高了保温性能,其真空度达 10^{-5} mmHg;还尽可能地减少了热桥的长度,降低了耗冷量,改善了热桥的绝热性能。此种低温环境试验装置填补国内空白。

(丁占生)

颜鸣皋教授献身祖国材料科学 40 周年 专场学术报告会在京举行

北京航空材料研究所科学技术委员会于 1990 年 9 月 25 日举行专场学术报告会, 祝贺我国著名航空材料科学家、现任第五届国际材料力学行为会议理事会主席颜鸣皋教授 70 诞辰和献身祖国材料科学研究与教学 40 周年。航空航天部、航空航天科学技术研究院有关领导张彦仲、朱伯贤、张耀等、中国金属学会、中国航空学会、航空航天大学、北京理工大学、洛阳工学院、冶金部钢铁研究总院等单位的负责人、教授、专家以及颜鸣皋教授的好友应邀出席报告会。

北京航空材料研究所顾问、原所长矫世同在会上介绍了颜鸣皋教授 70 年不寻常的经历和 40 年来在材料科学与工程领域所作出的贡献。与会者赞扬了颜鸣皋教授在新中国成立后毅然放弃在美国的优厚生活待遇和良好工作条件回国献身材料科学的崇高爱国主义精神, 高度评价了他在学术上取得的成就, 并祝愿他健康长寿, 为我国的经济建设和航空航天事业作出新的贡献。国家自然科学基金委员会副主任师昌绪、中国科学院沈阳金属研究所也发来贺电。

颜鸣皋教授在会上作了题为《变幅载荷下材料疲劳裂纹扩展行为》的主题报告, 他介绍了北京航空材料研究所与德国宇航院材料所进行的在变幅载荷下几种飞机结构材料的疲劳裂纹扩展行为及其寿命预测方法, 阐述了铝和钛合金在不同类型超载下的迟滞效应与扩展机制, 并对寿命预测模型、线性累积法、恒 Sop 模型和改进后模型的预测结果与实测数据进行了对比和讨论。

航空航天大学陈昌麟教授、北京航空材料研究所科技委主任李成功、美籍华人吴昶先生等学者、专家也在会上宣读了自己在材料研究方面的学术论文。

(朱荃芳)

普·惠公司计划研制带整体叶片的转子

先进的战术战斗机的高性能燃气涡轮发动机要求较高的推力重量比, 采用带整体叶片的转子可减轻重量。普·惠公司已承担 IN 100 高温合金压气机带整体叶片的转子的研制, 并已列为美国的空军莱特航空实验室制造技术 (MANTECH) 计划的一部分。等轴锻转子计划采用两种方法: 一是将转子锻造成带超过尺寸的整体叶型的近净形转子, 在热处理前将转子热弯曲成最后形状; 另一种方法是将转子锻造成实心的带整体叶片 (保留叶型之间的材料) 近净形转子。这两种转子上的叶型用电化学加工成型。最后将确定哪种方法最经济有效。

计划还包括如何去除、修理和更换叶片的方法。修理程序包括去除叶片和叶片残核的焊前准备、锻焊上超尺寸的更换叶片, 然后用磨削或电火花作最后精加工。

(赵金凤)

欢 迎 订 阅

1991 年《世界有色金属》

《世界有色金属》(半月刊) 是经国家科委、新闻出版署批准, 由中国有色金属工业总公司主办的公开发行业务, 主要报道国内外发展有色金属工业的方针政策; 有色金属工业各领域的发展趋势, 经营管理及综合述评; 有色金属产品在各个相关行业的市场开发状况; 有色金属工业各种新技术、新工艺、新设备、新产品; 有色金属资源、投资、生产、消费、价格、成本、能源、环保等各方面的最新信息; 有关的学术交流、国外考察、科技合作、技术引进与消化, 国外反映等; 并配合国内外有色金属工业的发展现状, 出版不定期专刊或特刊。

《世界有色金属》(半月刊) 是涉及有色金属工业各领域的综合性技术经济情报刊物, 内容广泛, 信息快, 适合各级领导, 管理干部和科研、生产、设计、教学等单位科技人员、师生及广大技术工人阅读。

本刊每月 1、15 日出版, 每期待价 1.00 元, 全年订费 24.00 元, 欢迎单位和个人订阅。订户银行汇款请汇至“中国有色金属工业总公司技经中心财务科”, 开户银行: 中国工商银行北京市新街口分理处, 帐号: 890053-04。邮局汇款, 请寄本刊编辑部, 地址: 北京市西直门内大街西章胡同 9 号, 邮政编码: 100035。

《世界有色金属》编辑部

~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~ ~
(上接第 21 页)

实践证明, 对表层硬度偏高的叶片采用重复热处理, 方能使硬度表里一致。但叶身型面的变形将有所增加。

表 5 抽查工艺 IV 生产锻坯的变形情况

批次号	投产件数	合格件数	变形超差件数	合格率(%)
GT3	120	116	4	97
HT3	115	110	5	96

三、几点意见

1. TC9 钛合金模锻叶片在热加工过程中产生的变形是由于锻造残余应力和热处理过程中的热应力引起的。

2. 锻坯冷校正后, 即使经过低温退火, 叶片内部仍保存较大的残余应力, 会影响成品叶片的型面稳定。锻坯不宜冷校正。

3. 锻坯热校正, 若在再结晶温度以下加热, 合金的塑性低、变形抗力大、锻造残余应力大, 会增大热处理变形。相反, 热校正再结晶温度以上加热, 在加热过程中终锻件得到再结晶退火, 消除残余应力, 使得热变形与再结晶同时进行, 能减少锻造残余应力。

4. 采用高温退火与校正相结合的工艺, 是解决叶片热处理扭曲变形的有效方法。不足之处在于局部表层容易产生硬度偏高现象, 影响机械加工, 使用上受到一定限制。